

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009516

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H01P 7/08  
H01P 1/203  
H01P 1/213

(21)Application number : 2000-191641

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.2000

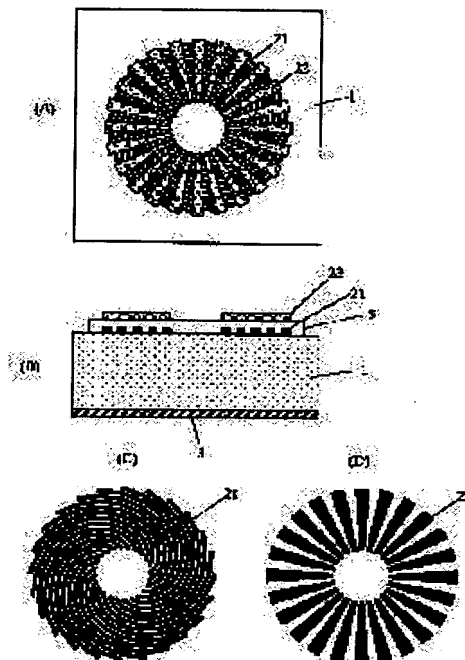
(72)Inventor : HIDAKA AOJI  
OTA MITSUAKI  
FUJII HIROO  
ABE MAKOTO

## (54) RESONATOR, FILTER, DUPLEXER AND COMMUNICATION UNIT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a resonator, a filter and a duplexer that can very effectively suppress a power loss by an edge effect and can entirely be more downsized and to obtain a communication unit provided with these.

**SOLUTION:** A ground electrode 3 is formed on the lower face of a dielectric board 1, a line pattern 21 of a multiple spiral shape is formed on the upper face, and a radial line pattern 22 is formed on the line pattern 21 via an insulation layer 5. The radial line pattern 22 approaching the line pattern 21 of the multiple spiral shape of the multiple spiral resonator acts like adding a static capacitance to the multiple spiral resonator to reduce the occupied area of the resonator on the board and to enhance the loss reduction effect.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-9516

(P 2002-9516 A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002. 1. 11)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 1 P 7/08  
1/203  
1/213

H 0 1 P 7/08  
1/203  
1/213

5J006

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 0 O L

(全 1 4 頁)

(21) 出願番号 特願2000-191641 (P2000-191641)

(22) 出願日 平成12年6月26日 (2000. 6. 26)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 日高 青路

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 太田 充昭

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

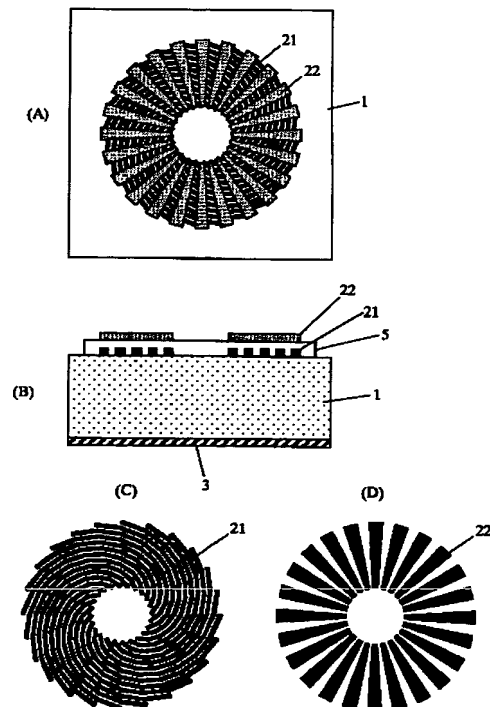
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振器、フィルタ、デュプレクサおよび通信装置

(57) 【要約】

【課題】 縁端効果による電力損失を極めて効果的に抑え、しかも全体に、より小型化できるようにした共振器、フィルタ、デュプレクサ、およびそれらを備えた通信装置を得る。

【解決手段】 誘電体基板 1 の下面にグランド電極 3 を形成し、上面に多重スパイラル状の線路パターン 2 1 を形成し、さらに絶縁層 5 を介してその表面に放射状の線路パターン 2 2 を形成する。この多重スパイラル状線路による多重スパイラル共振器に対する放射状線路パターン 2 2 の近接によって、多重スパイラル共振器に静電容量が付加されたように作用し、基板上の共振器の占有面積の縮小化および損失低減効果の向上が図れる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれが複数の線路の集合体であって、該複数の線路のうち少なくとも一部の線路の両端を、基板上の所定点の周囲で前記集合体の実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布させて、前記複数の線路を互いに交差しないように配置した複数の線路パターンを備え、それらの線路パターンを互いに絶縁状態に配置するとともに、前記複数の線路パターンのうち少なくとも 1 つの線路パターンのそれぞれの線路をスパイラル状とし、他の線路パターンのうち少なくとも 1 つの線路パターンのそれぞれの線路を前記スパイラル状の線路とは異なった形状とした共振器。

【請求項 2】 それぞれがスパイラル状を成す複数の線路の集合体であって、該複数の線路のうち少なくとも一部の線路の両端を、基板上の所定点の周囲で前記集合体の実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布させて、前記複数の線路を互いに交差しないように配置した線路パターンを備え、該線路パターンの実質的な内周部と外周部とがそれぞれ電圧開放端として作用する、半波長の整数倍の共振モードで共振する共振器であって、前記共振モードの電圧の節と電圧の腹との電位差またはその一部を利用して静電容量を付加させる他の線路パターンを、前記線路パターンに対して絶縁状態に配置して成る共振器。

【請求項 3】 前記複数の線路パターンのうち少なくとも 1 つの線路パターンが放射状のパターンである請求項 1 または 2 に記載の共振器。

【請求項 4】 前記複数の線路パターンのうち少なくとも 2 つは、それぞれがスパイラル状を成す複数の線路の集合体であり、且つスパイラルの旋回方向が互いに逆の関係にある請求項 1、2 または 3 に記載の共振器。

【請求項 5】 前記複数の線路パターンのうち少なくとも 1 つの線路パターンは、共振状態で略等電位となる部分同士を互いに導通させた請求項 1～4 のうちいずれかに記載の共振器。

【請求項 6】 前記複数の線路パターンのうち少なくとも 1 つの線路パターンの線路を超伝導線で構成した請求項 1～5 のうちいずれかに記載の共振器。

【請求項 7】 前記複数の線路パターンのそれぞれの線路幅を、使用周波数における当該線路導体の表皮深さ程度または該表皮深さより細くした請求項 1～6 のうちいずれかに記載の共振器。

【請求項 8】 請求項 1～7 のうちいずれかに記載の共振器に信号入出力部を設けて成るフィルタ。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のフィルタを送信フィルタもしくは受信フィルタとして、またはその両方のフィルタとして設けて成るデュプレクサ。

【請求項 10】 請求項 8 に記載のフィルタまたは請求項 9 に記載のデュプレクサを備えて成る通信装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線通信や電磁波の送受信に利用される、たとえばマイクロ波帯やミリ波帯における共振器、フィルタ、デュプレクサおよび通信装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】マイクロ波帯やミリ波帯で用いられる、小型化可能な共振器として、特開平 2-96402 号公報にスパイラル共振器が示されている。このスパイラル共振器は、共振器線路をスパイラル形状とすることによって、同一占有面積内に長い共振線路を構成して、全体に小型化を図ったものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の共振器は、1 つの半波長線路にて 1 つの共振器を構成したものであった。したがって、従来の共振器は電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とがそれぞれ誘電体基板の特定の領域に分離されて偏在する。具体的には、半波長線路の開放端部近傍に電気エネルギーが蓄積され、半波長線路の中央部近傍に磁気エネルギーが蓄積される。

【0004】このような、1 つのマイクロストリップ線路により構成される共振器では、マイクロストリップ線路が本質的に持つ縁端効果による特性劣化を免れないという難点があった。すなわち線路の断面を見た場合に、線路の縁端部（幅方向の両端、および厚み方向の上端・下端）に電流が集中する。仮に、線路の膜厚を厚くしても、電流集中の生じる縁端部が広がる訳ではないため、縁端効果による電力損失の問題は必ず生じる。

【0005】この発明の目的は、縁端効果による電力損失を極めて効果的に抑え、しかも全体に、より小型化できるようにした共振器、フィルタ、デュプレクサ、およびそれらを備えた通信装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明に係る共振器は、それぞれが複数の線路の集合体であって、該複数の線路の両端を、前記基板上の所定点の周囲で前記集合体の実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布させて、前記複数の線路を互いに交差しないように配置した複数の線路パターンを備え、それらの線路パターンを互いに絶縁状態に配置するとともに、少なくとも 1 つの線路パターンのそれぞれの線路をスパイラル状とし、他の線路パターンのそれぞれの線路を前記線路パターンのそれぞれの線路とは異なった形状とする。

【0007】また、それぞれがスパイラル状を成す複数の線路の集合体であって、該複数の線路の両端が、基板上の所定点の周囲で前記集合体の実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布し、前記複数の線路が互いに交差しないように配置した線路パターンを備え、該線路パター

ンの実質的内周部と外周部とがそれぞれ電圧開放端として作用する半波長の整数倍の共振モードで共振する共振器であって、前記共振モードの電圧の節と電圧の腹との電位差またはその一部を利用して静電容量を付加させる他の線路パターンを、前記線路パターンに対して絶縁状態に配置する。

【0008】上記複数のスパイラル状の導体パターンによって、ある1つのスパイラル状の線路に隣接して略同形状のスパイラル状の線路が存在することになる。したがって、ミクロでみた物理的な端部は実際に存在し、それぞれの線路の端部に弱い縁端効果が生じるが、これらの複数の線路の集合体を1つの線路としてマクロでみた時、いわば或る線路の例えば右隣りに自分と合同の線路の左側の縁端部が隣接することになり、線路の幅方向の端部というものがなくなる。すなわち端部の存在が希薄となる。この作用を利用して、線路の縁端部における電流集中を極めて効率的に緩和し、全体の電力損失を抑制する。

【0009】さらに、それぞれの線路がスパイラル状を成す線路パターンに対して他の線路パターンを近接させることにより、上記スパイラル状の線路による線路パターンに静電容量を等価的に付加して、共振周波数の低減効果を生じさせ、予めスパイラル状の線路長を短く設定して全体の小型化を図る。また同一直径で線路パターンを形成する際の線数を多くして、このことにより損失低減効果をさらに高める。

【0010】上記複数の線路パターンのうち少なくとも1つの線路パターンは、例えば放射状のパターンとする。

【0011】また、上記複数の線路パターンのうち少なくとも2つは、それぞれがスパイラル状をなす複数の線路の集合体とし、且つスパイラルの旋回方向を互いに逆の関係とする。これにより、共振による磁界エネルギーを効率的に保持させて共振器のQを高める。

【0012】また、上記複数の線路パターンのうち少なくとも1つの線路パターンは、共振状態で略等電位となる部分同士を互いに導通させる。これにより、スプリング共振モードを効果的に抑圧する。

【0013】また、上記線路パターンの線路を超伝導体で構成する。これにより、共振器のQを高めるとともに、超伝導体の低損失特性を十分に発揮させ、臨界電流密度以下のレベルで高いQで動作させる。

【0014】また、線路パターンのそれぞれの線路幅を、使用周波数における線路導体の表皮深さ程度または表皮深さより細くする。これにより線路の左右の間隙を通り抜ける磁束を保持するために流れる電流が左右で干渉する距離となるようにして、共振位相からずれた位相を持つ無効電流を抑える。これにより電力損失を飛躍的に低減させる。

【0015】この発明に係るフィルタは、上記のいずれ

かの構成を備えた共振器に結合する信号入出力部を設けて構成する。また、この発明に係るデュプレクサは、上記フィルタを送信フィルタもしくは受信フィルタとして、またはその両方のフィルタとして設けて構成する。これにより、挿入損失を低減するとともに全体の小型化を図る。

【0016】この発明の通信装置は、上記フィルタまたはデュプレクサを用いて構成する。これにより高周波送受信部の挿入損失を低減して、雑音特性、伝送速度などの通信品質を向上させるとともに、全体の小型化を図る。

【0017】

【発明の実施の形態】まず、この発明の共振器の原理について図1～図4を参照して説明する。図1の(B)は共振器の構成を示す上面図、(C)は断面図、(D)は部分拡大断面図である。誘電体基板1の下面には全面のグランド電極3を形成して、上面にはそれぞれ合同である、両端開放のスパイラル状の8本の線路2を、互いに交差しないように、それぞれの線路の一端と他端を基板上の所定点(中心点)の周囲に配置している。

(A)はそれらの8本の線路のうち1つの線路を代表的に示している。これらの線路の幅は表皮深さに略等しい幅としている。以下、このようなスパイラル状線路の集合体を「多重スパイラル線路」と言う。

【0018】図2は図1に示した8本の線路の形状を極座標のパラメータを用いて示したものである。この例では8本の線路のそれぞれの内周端の動径 $r_1$ および外周端の動径 $r_2$ は一定であり、それぞれの端部の角度方向の位置を等間隔に配置している。任意の動径における線路の左端の角が $\theta_1$ 、右端の角が $\theta_2$ であるとき、1つの線路の角幅を $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ で表す。ここで線数 $n = 8$ であるので、1つの線路の角幅 $\Delta\theta$ を $\Delta\theta \leq 2\pi/8 (= \pi/4)$ ラジアンとの関係とする。また、任意の動径 $r_k$ における線路集合体全体の角幅 $\theta_w$ を $2\pi$ ラジアン以内とする。

【0019】これらの線路は相互誘導および静電容量により結合する。これらの多重スパイラル線路と誘電体基板1を挟んで対向するグランド電極3とによって1つの共振器として作用する。(以下、この共振器を「多重スパイラル共振器」という。)尚、上記 $r_1$ 、 $r_2$ は必ずしも一定である必要はなく、また等角度に配置しなくてもよく、さらには各線路が合同である必要もない。但し、特性面および製造の容易性の面で、 $r_1$ 、 $r_2$ を一定とし、合同の線路を等角度に配置する方が望ましい。

【0020】図3は、上記多重スパイラル線路における電磁界および電流の分布の例を示している。図3における上段は多重スパイラル線路の平面図であるが、個々の線路を分離せずに塗り潰して表している。同図の中段は線路の内周端と外周端におけるチャージが最大の瞬間における多重スパイラル線路のA-A部分の断面での電界

および磁界の分布を示している。また、下段はその瞬間における同断面での各線路の電流密度および線路の間隙を通る磁界の $z$ 成分(紙面に垂直な方向)の平均値をそれぞれ示している。

【0021】ここで各線路をミクロ的に見れば、図に示すようにそれぞれの縁端部において電流密度が大きくなるが、動径方向の横断面で見た時に、1つのスパイラル状線路の左右両側に一定の間隙を置いて同程度の振幅と位相を持った電流の流れる導体線路が配置されるため、縁端効果が緩和される。すなわち多重スパイラル線路を1つの線路と見た場合に、内周端と外周端が電流分布の節、中央が腹となるほぼ正弦波状に分布し、マクロ的には縁端効果が生じない。

【0022】図4は比較例であり、図3に示した各線路の線路幅を表皮深さの数倍の幅にまで広げた場合について示している。このように線路幅を広げると、図に示すように各導体の縁端効果による電流集中が顕在化し、損失低減効果は小さくなる。

【0023】次に、この発明の第1の実施形態である共振器の構成を図5および図6を参照して説明する。図5

の(A)は共振器の上面図、(B)は中央縦断面図、(C)、(D)は2つの線路パターンの平面図である。誘電体基板1の下面には全面のグランド電極3を形成していて、上面には複数のスパイラル状の線路パターン21を形成している。(C)はその例であり、それぞれ合同である両端開放のスパイラル状の複数本の線路を互いに交差しないように、それぞれの線路の一端と他端を基板上の所定点(中心点)の周囲に回転対称状に配置している。

【0024】(B)において5は絶縁層であり、この上面に上記線路パターン21とは異なった線路パターン22を形成している。(D)はその例であり、それぞれ合同である両端開放の放射状の複数本の線路を、互いに交差しないように、それぞれの線路の一端と他端を上記所定点の周囲に配置している。上記線路パターン21、22のそれぞれの線路の幅は、使用する周波数帯で線路導体の表皮深さに略等しい幅としている。

【0025】上記線路パターン21、22の導体およびグランド電極3には、Al、Cu、Ni、Ag、Auなどの金属材料を用いる。また絶縁層5には、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BCB(Benzo Cyclo Butene)などの絶縁材料を用いる。

【0026】具体的には、誘電体基板1の表面に、保護膜としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成し、密着層としてTiの薄膜を形成し、その表面にメッキ膜を成長させるための種としてのCuを蒸着またはスパッタリングし、その表面にCuをメッキ成長させる。さらにその表面に拡散防止層としてNi膜をメッキ形成し、最表面に信号入出力用のワイヤーをボンディングするためにAuのメッキ膜を形成する。このようにAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の表面に金属薄膜を形

成した状態でフォトリソグラフィにより、図5の(C)に示したような線路パターン21を形成する。すなわちフォトリソ膜塗布→乾燥・硬化→マスク露光→現像→ベーク→エッチングといった工程でパターンニングする。

【0027】絶縁層5は、上記絶縁材料を蒸着またはスパッタリングにより成膜し、その表面に上記線路パターン21の場合と同様にして、線路パターン22をパターンニングする。

【0028】上記線路パターン21、22の導体およびグランド電極3には、高温超伝導体材料を用いてもよい。これにより、共振器のQがさらに高まる。また、電流集中が少ない分、単位面積または単位体積当たりの電力密度を高めても、臨界電流密度以下のレベルで超伝導体の低損失特性が十分に活かされ、高いQで動作させることができる。

【0029】図5に示した共振器は、多重スパイラル線路21と誘電体基板1を挟んだグランド電極3との組み合わせにより、図1～図4に示したように、多重スパイラル共振器として作用する。

【0030】図6は上記共振器の電磁界および電流密度の分布の例を示している。分布図の下段は、共振器のA-A'部分の断面での電界および磁界の分布を示している。またその上段は、同断面での瞬間における各線路の電流密度を示している。

【0031】この多重スパイラル共振器は、内周部が電位最大となる時、外周部は電位最小となる。また共振周期の半周期だけ経過した時刻でみると、この逆の電位関係となる。したがって、多重スパイラル線路の内周部と外周部を始点および終点とする放射状の線路パターン22を近接配置すると、多重スパイラル共振器の内周部と外周部の電位差によって静電容量が付加されたように作用する。すなわち、多重スパイラル線路の内周部から外周部にかけて絶縁層5を介して放射状の線路パターン22との間に静電容量が分布するため、多重スパイラル線路と放射状パターンの、内周部同士と、外周部同士の間に生じる電位差は、図6に示すように逆となる。

【0032】換言すると、線路パターン21に対して絶縁状態に配置した線路パターン22は、線路パターン21による共振モードの電圧の節と電圧の腹との電位差またはその一部を利用して静電容量を付加させたように作用する。

【0033】なお、電流密度分布のピークが線路パターン21の内周部と外周部の中央より外周部寄りにあるのは、線路長でみたときの中点(50%の位置)が半径でみたときの70%の位置となるためである。

【0034】この付加容量によって共振周波数が低下するので、その分、予め多重スパイラル線路の各線路長を短く設定しておけば、所定の共振周波数を得るための多重スパイラル共振器の直径が小さくできる。また、同じ

外周部の直径とする場合には、多重スパイラル線路の線数を多くすることができ、それだけ損失低減効果が高まる。

【0035】次に、第2の実施形態に係る共振器の構成を図7を参照して説明する。図7の(A)は共振器の上面図、(B)は中央縦断面図、(C)、(D)は2つの線路パターンの平面図である。誘電体基板1の下面には全面のグランド電極3を形成して、上面には(C)に示すような複数のスパイラル状線路パターン21により多重スパイラル線路を形成している。この線路パターン21は図5に示したものと同様である。(B)において5は絶縁層であり、この上面に線路パターン23を形成している。(D)はその例であり、複数の線路の両端を、線路パターン21による多重スパイラル線路の中心点の周囲で実質的な内周上と外周上にそれぞれ分布させて、前記複数の線路が互いに交差しないように、それぞれスパイラル状の線路を配置している。但し、それらの線路の旋回方向は線路パターン21の各線路の旋回方向とは逆である。すなわち、スパイラル状線路パターン21を裏返したようなパターンとしている。なお、これら

の線路パターン21、23のそれぞれの線路の幅は、使用する周波数帯で線路導体の表皮深さに略等しい幅としている。

【0036】このような構造により、所望の共振周波数における共振モードにおいて、線路パターン21の内周部が電位最大となる時、外周部は電位最小となる。さらに、この時、もう一方の線路パターン23の内周部は電位最小で、外周部は電位最大となる。すなわち、誘電体基板1を挟む線路パターン21とグランド電極3とによる第1の多重スパイラル共振器と、同じく誘電体基板1を挟む線路パターン23とグランド電極3とによる第2の多重スパイラル共振器との位相関係は逆相となる。なぜなら、線路パターン21の内周部から外周部にかけて、絶縁層5を介して線路パターン23との間に静電容量が分布するため、線路パターン21と線路パターン23の、内周部同士と、外周部同士の間に生じる電位差が逆になるからである。このことが多重スパイラル共振器に静電容量が付加されたことと等価となる。そのため第1の実施形態の場合と同様に、多重スパイラル共振器の直径を小さくでき、また同じ直径とする場合には線数を

多くすることによって損失低減効果を高めることができる。

【0037】また、多重スパイラル状の線路パターン21の各線路に流れる電流は、内周部が電位最大、外周部が電位最小であるとき、内周部から外周部に向かって左向きに流れ、もう1つの多重スパイラル状の線路パターン23の各線路に流れる電流は、このとき外周部が電位最大、内周部が電位最小であるので、外周部から内周部に向かって、同じく左向きに流れる。したがって、電流は同じ旋回方向を向いて流れることになり、磁界エネ

ギーが効率的に保持される。この結果、共振器のQが高まる。

【0038】次に、第3の実施形態に係る共振器の構成を図8および図9を参照して説明する。図8の(A)はキャビティを除いた状態での共振器の上面図、(B)は共振器の中央縦断面図、(C)、(D)は2つの線路パターンの平面図である。この例では、誘電体基板1の図における上面に多重スパイラル状の線路パターン21を形成して、同様に誘電体基板1の下面にもう1つの多重スパイラル状の線路パターン23を形成している。線路パターン21は(C)に示すように左旋の多重スパイラル状の線路パターンであり、第1の実施形態で示したものと同様である。(D)は誘電体基板1の上面からみた図であり、線路パターン23は上面からみて右旋の多重スパイラル状の線路パターンとしている。したがって、誘電体基板1の下面側からみれば、この線路パターン23は左旋の多重スパイラル線路とみえる。

【0039】なお、これらの線路パターン21、23のそれぞれの線路の幅は、使用する周波数帯で線路導体の表皮深さに略等しい幅としている。

【0040】図9は図8に示した共振器の電磁界および電流密度の分布の例を示している。分布図の下段は、共振器のA-A'部分の断面での電界および磁界の分布を示している。また、その上段は、同断面での瞬間における各線路の電流密度を示している。

【0041】キャビティ4で囲まれた空間において線路パターン21は1つの多重スパイラル共振器を構成する。同様に、キャビティ4による空間において、線路パターン23はもう一つの多重スパイラル共振器を構成する。線路パターン21による共振器の共振モードにおいて、内周部が電位最大となる時、外周部は電位最小となる。また共振周期の半周期だけ経過した時刻では、この逆の電位関係となる。したがって、この線路21に、もう一つの多重スパイラル状の線路パターン23を近接配置すると、多重スパイラル共振器の内周部と外周部の電位差によって静電容量が付加されたように作用する。すなわち、一方の線路パターン21の内周部から外周部にかけて、誘電体基板1を介して他方の線路パターン23との間に静電容量が分布するため、2つの線路パターンの間に生じる電位差は、図9に示すように内周部と外周部とで逆となる。このことが多重スパイラル共振器に静電容量が付加されたことと等価となる。

【0042】この付加容量によって共振周波数が低下するので、その分、予め多重スパイラル線路の各線路長を短く設定しておけば、所定の共振周波数を得るための多重スパイラル共振器の直径が小さくできる。また、同じ直径とする場合には、多重スパイラル線路の線数を多くすることができ、それだけ損失低減効果が高まる。

【0043】図10は第4の実施形態に係る共振器の構成を示す図である。(A)は上面図、(B)は中央縦断

面図である。この例では、誘電体基板 1 の上面にそれぞれ多重スパイラル状の線路パターン 21a, 23a, 21b, 23b を絶縁層 5 を介して順次積層形成している。この 4 つの線路パターンのうち、21a, 21b は同図の (C) に示すように左旋の多重スパイラル線路としている。また 23a, 23b は同図の (D) に示すように右旋の多重スパイラル線路としている。この構造は、図 7 に示した 2 層の多重スパイラル線路を 1 組としたとき、これを 2 組設けたものに等しい。このような多層化により電界エネルギーの蓄積量がさらに増大し、磁界エネルギーを低損失に保持することができる。その結果、共振器の Q をさらに高めることができる。

【0044】図 11 は第 5 の実施形態に係る共振器の構成を示す図である。(A) はキャビティを除いた状態での上面図、(B) は共振器の中央縦断面図である。この例では、誘電体基板 1a の上面に、(C) に示すような多重スパイラル状の線路パターン 21a を形成し、その下面にグランド電極 3a を略全面に形成している。また、もう 1 つの誘電体基板 1b の図における下面に、(D) に示すような多重スパイラル状の線路パターン 21b を形成し、その上面にグランド電極 3b を略全面に形成している。

【0045】この例では、線路パターン 21a は左旋の多重スパイラル線路を構成し、線路パターン 21b は右旋の多重スパイラル線路を構成する。但し、図 11 の (D) は誘電体基板 1b の上面からみた図であり、誘電体基板 1b の下面側から見れば (C) に示したものと同様に左旋の多重スパイラル線路とみえる。したがって、誘電体基板 1a による共振器と誘電体基板 1b による共振器は全く同じものである。この 2 つの共振器を、多重スパイラル線路同士が空気層を介して近接するように配置しているため、図 9 に示したものと同様にその間隙部分に、主に間隙の幅方向（誘電体基板に垂直な方向）を向いた電界ベクトルが分布し、単一の誘電体基板を用いた場合に比べて静電容量が等価的に付加されたこととなる。これにより、多重スパイラル共振器の直径を小さくでき、同じ直径とする場合に、線数を多くすることによって損失低減効果を高めることができる。

【0046】図 12 は第 6 の実施形態に係る共振器の構成を示す図である。(A) はその上面図、(B) のその中央縦断面図である。この例では、誘電体基板 1 の内部に同図の (D) に示すような放射状の線路パターン 22 を埋設していて、誘電体基板 1 の上面に同図の (C) に示すような多重スパイラル状の線路パターン 21 を形成している。また下面には略全面のグランド電極 3 を形成している。線路パターン 22 はセラミック多層基板の製造方法によって、基板内に埋設する。

【0047】このように下層に放射状の線路パターン 22 を設け、上層に多重スパイラル状の線路パターン 21 を配置しても、図 5 に示した共振器の場合と同様に、多

重スパイラル共振器に静電容量が付加された構造となり、同様にして小型低損失な共振器が構成できる。

【0048】図 13 はこれまでに示した各種形式の共振器における線路パターンの他のいくつかの例を示す図である。(A) ~ (D) はそれぞれ多重スパイラル状の線路パターンについての例であり、(A) の例では、線路パターンの内周部を接続する円形の接続用電極 8 を形成している。また (B) に示す例では、その内周端にリング状の接続用電極 8 を形成している。(C) に示す例では、多重スパイラル状の線路パターンの内周端と外周端の間の等電位部分を互いに接続するリング状の接続用電極 8 を形成している。さらに (D) に示す例では、その外周端にリング状の接続用電極 8 を形成している。

【0049】このように、いずれの例でも多重スパイラル状線路の等電位部分を接続用電極 8 で接続することによって、用いるべき基本共振モード以外のスプリアスモードに対して、上記接続用電極 8 が非等電位部分同士を接続する電極として作用するので、そのスプリアスモードが効果的に抑圧される。

【0050】図 13 の (E) ~ (H) は放射状の線路パターンについての例であり、(E) では、放射状の線路パターンの内周端同士を接続する円形の接続用電極 8 を形成している。(F) に示す例では、その内周端にリング状の接続用電極 8 を形成している。(G) に示す例では、放射状線路パターンの内周端と外周端の間の等電位部分を互いに接続するリング状の接続用電極 8 を形成している。さらに (H) に示す例では、その外周端にリング状の接続用電極 8 を形成している。

【0051】この放射状線路パターンは共振器としては用いていないが、多重スパイラル共振器の電磁界の中で動作しているので、このように、多重スパイラル共振器に対して静電容量を付加させるように作用する放射状の線路パターンについても、その等電位部分同士を接続用電極 8 で接続することによって、放射状線路パターンの内周端と外周端の両端が開放された半波長共振モードを基本として、その他のスプリアスモードが抑制される。そのため、多重スパイラル線路に接続用電極を設けた場合と同様にスプリアス抑圧効果が得られる。

【0052】次に、フィルタの構成例を図 14 を参照して説明する。図 14 はフィルタ全体の斜視図である。図 14 において 1 はアルミナセラミック基板やガラスエポキシ基板などからなる誘電体基板であり、その上面に 3 つの多重スパイラル線路と放射状線路の組を配列形成することにより、3 つの共振器を構成している。その 3 つの共振器のうち両側の多重スパイラル線路の配置領域の中央部に、各スパイラル状線路および放射状線路の内周端との間に静電容量を生じさせる結合パッド 9a, 9b をそれぞれ形成している。さらに誘電体基板 1 の上面にはボンディングパッド 10a, 10b を形成している。この誘電体基板 1 の下面には略全面のグランド電極 3 を

形成している。また6は絶縁体または誘電体の基板であり、その上面から端面を経て下面に延びる入出力端子12a、12bを形成している。この基板6の下面には、入出力電極12a、12bの形成領域を避けて略全面にグラウンド電極3を形成している。

【0053】上記誘電体基板1は基板6の上面に接着固定している。結合パッド9a、9bとボンディングパッド10a、10bとの間は、それぞれボンディングワイヤー11によりワイヤーボンディングしている。また基板6の入出力端子12a、12bの上面と誘電体基板1のボンディングパッド10a、10bの間もボンディングワイヤー11によりワイヤーボンディングしている。基板6の上面には、誘電体基板1およびボンディングワイヤー部分を覆うように、金属製キャップ13を絶縁性の接合材により接合している。これにより全体を電磁界シールドしている。なお、図においてはキャップ13を透視して描いている。

【0054】以上に示した構成により、結合パッド9aはその周囲の多重スパイラル線路と容量結合し、その多重スパイラル線路は隣接する多重スパイラル線路と誘導的に結合し、さらにこれに隣接するもうひとつの多重スパイラル線路との間も誘導的に結合する。この3段目の多重スパイラル線路は、その中央部の結合パッド9bと容量結合する。入出力端子12a、12bは結合パッド9a、9bと導通しているため、結局、入出力端子12a-12b間が3段の共振器による帯域通過特性を示すフィルタとして作用する。

【0055】なお、誘電体基板1上のボンディングパッド10a、10bを中継せずに結合パッド9a、9bと入出力端子12a、12bの間を直接ワイヤーボンディングしてもよい。

【0056】さらに図14に示した例では、初段と終段のいずれの共振器についても結合パッド9a、9bを用いて入出力と共振器との結合をとるようにしたが、いずれか一方の共振器を構成する多重スパイラル線路の外周部に容量結合用の電極を形成するようにしてもよい。

【0057】図15はデュプレクサの構成を示す図であり、上部のシールドカバーを取り除いた状態での上面図である。図において100、101は図14に示した誘電体基板部分の構成を備えるフィルタであり、この例では100を送信フィルタ、101を受信フィルタとして用いる。この2つのフィルタを基板6の上面にマウントしている。基板6には分岐用の線路7、ANT端子、TX端子およびRX端子をそれぞれ形成していて、フィルタ100、101の外部結合電極と基板6上の電極部分とをワイヤーボンディングしている。基板6の下面には、各端子部分を除いてほぼ全面のグラウンド電極を形成している。基板6の上部には図に示す破線部分にシールドカバーを取りつける。

【0058】図16はこのデュプレクサのブロック図で

ある。この構造により送信信号の受信回路への回り込みおよび受信信号の送信回路への回り込みを防止するとともに、送信回路からの送信信号を送信周波数帯域のみ通過させてアンテナへ導き、アンテナからの受信信号を受信周波数帯域のみ通過させて受信機へ与える。

【0059】図17は通信装置の構成を示すブロック図である。ここでデュプレクサとしては図15および図16に示した構成のものを用いる。回路基板上には送信回路と受信回路を構成し、TX端子に送信回路が接続され、RX端子に受信回路が接続され、且つANT端子にアンテナが接続されるように、上記回路基板上にデュプレクサを実装する。

【0060】なお、以上に示した各実施形態では、多重スパイラル線路の線数と、それに近接させる他の多重スパイラル線路の線数または放射状線路パターンとの線数とを等しくしたが、両者の線数は異なってもよい。また、右旋と左旋の多重スパイラル線路を近接させる際に、ここで各スパイラル状線路を $(r, \theta)$ を座標とする極座標方程式で、簡単に $r = a\theta$ （アルキメデスの渦線）で表せば、 $a$ を一定とし、その極性を反転させただけであったが、 $a$ の絶対値を異ならせた多重スパイラル線路を組み合わせてもよい。すなわち一方の多重スパイラル線路のスパイラルの旋回は急で、他方の多重スパイラル線路のスパイラルの旋回は緩いものであってもよい。

【0061】また、多重スパイラル線路に対して絶縁状態に配置する他の多重スパイラル線路または放射状の線路パターンは、それらの内周または外周を必ずしも一致させて配置する必要はない。例えば、上記他の多重スパイラル線路または放射状の線路パターンの内周と外周の半径は、上記多重スパイラル線路の内周と外周の半径と異なってもよい。

【0062】

【発明の効果】この発明によれば、線路の縁端部における電流集中が極めて効率的に緩和されて、全体の電力損失が抑制される。しかも各線路の線路長を短縮化できるので、共振器全体の小型化が図れる。また同じ占有面積に対して線数を多く設けることができ、その分大きな挿入損失低減効果が得られる。

【0063】また、複数組の線路パターンのうち少なくとも2組は、それぞれがスパイラル状をなす複数の線路の集合体とし、且つスパイラルの旋回方向を互いに逆の関係とすることにより、共振による磁界エネルギーが効率的に保持されて共振器のQが高まる。

【0064】また、複数組の線路パターンのうち少なくとも1組の線路パターンの略等電位部分同士を互いに導通させることにより、スプリアス共振モードが効果的に抑圧される。

【0065】また、線路パターンの線路を超伝導体で構成することにより、共振器のQが高まるとともに、電流



集中が少ない分、単位面積または単位体積当たりの電力密度を高めても、臨界電流密度以下のレベルで超伝導体の低損失特性が十分に活かせ、高いQで動作させることができる。

【0066】また、線路パターンそれぞれの線路幅を、使用周波数における線路導体の表皮深さ程度または表皮深さより細くすることにより、電力損失が飛躍的に低減される。

【0067】また、この発明によれば、低損失で高Qの共振器を用いることにより、低挿入損失で且つ小型のフ  
ィルタまたはデュプレクサが得られる。

【0068】さらに、この発明によれば、高周波送受信部の挿入損失が低く、雑音特性、伝送速度などの通信品質に優れ、且つ全体の小型の通信装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】多重スパイラル線路による共振器の構成を示す図

【図2】同線路のパターンを極座標から直角座標に変換して表した図

【図3】共振器の電磁界分布の例を示す図

【図4】他の共振器の電磁界分布の例を示す図

【図5】第1の実施形態に係る共振器の構成を示す図

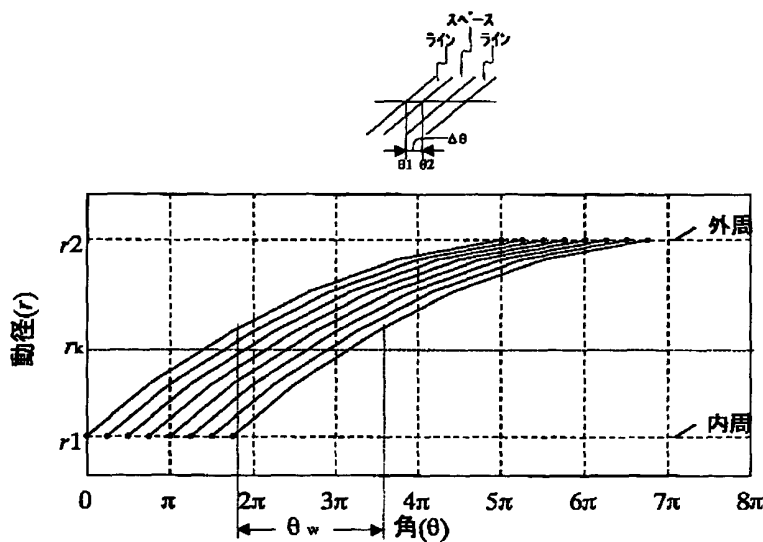
【図6】同共振器における電磁界および電流密度分布の例を示す図

【図7】第2の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図8】第3の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図9】同共振器における電磁界および電流密度分布の例を示す図

【図2】



【図10】第4の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図11】第5の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図12】第6の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図13】第7の実施形態に係る共振器におけるいくつかの線路パターンの例を示す図

【図14】第8の実施形態に係るフィルタの構成を示す斜視図

【図15】第9の実施形態に係るデュプレクサの構成を示す図

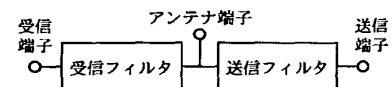
【図16】同デュプレクサのブロック図

【図17】第10の実施形態に係る通信装置の構成を示す図

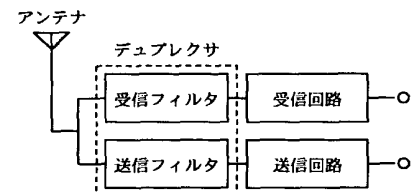
【符号の説明】

- 1-誘電体基板
- 21, 22, 23-線路パターン
- 3-グランド電極
- 4-キャビティ
- 5-絶縁層
- 6-基板
- 7-分岐用線路
- 8-接続用電極
- 9-結合パッド
- 10-ボンディングパッド
- 11-ボンディングワイヤー
- 12-入出力端子
- 13-キャップ
- 100-送信フィルタ
- 101-受信フィルタ

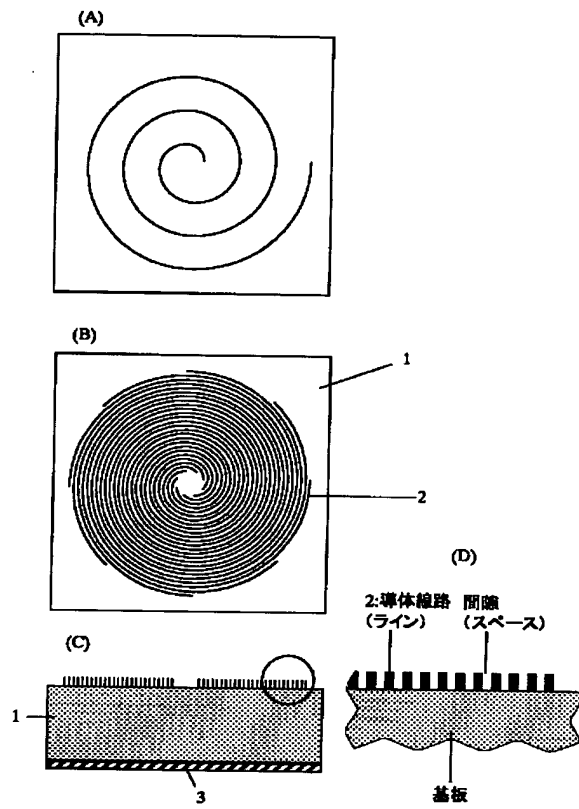
【図16】



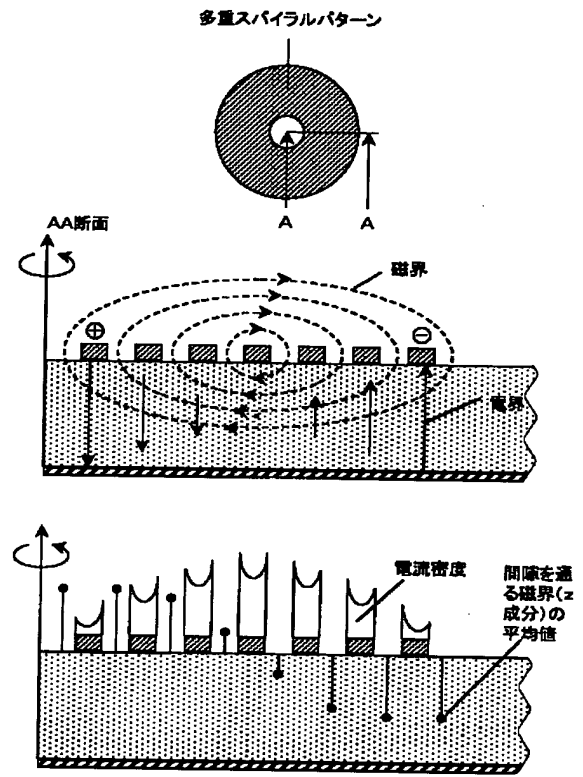
【図17】



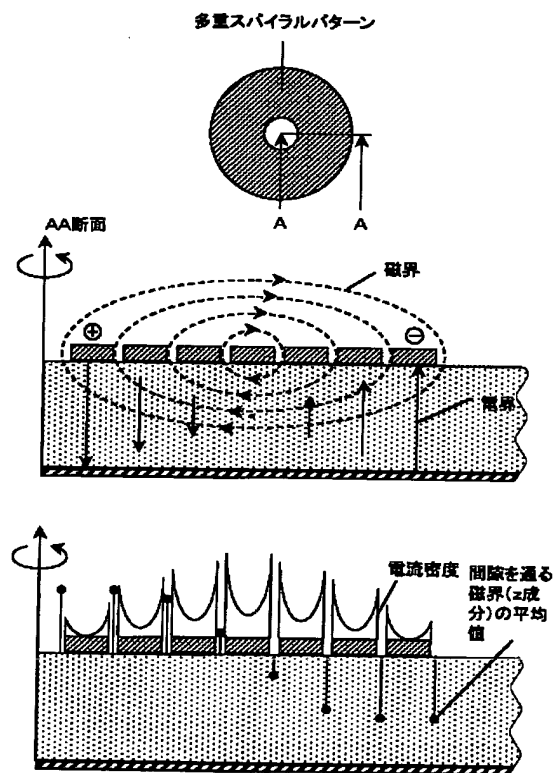
【図1】



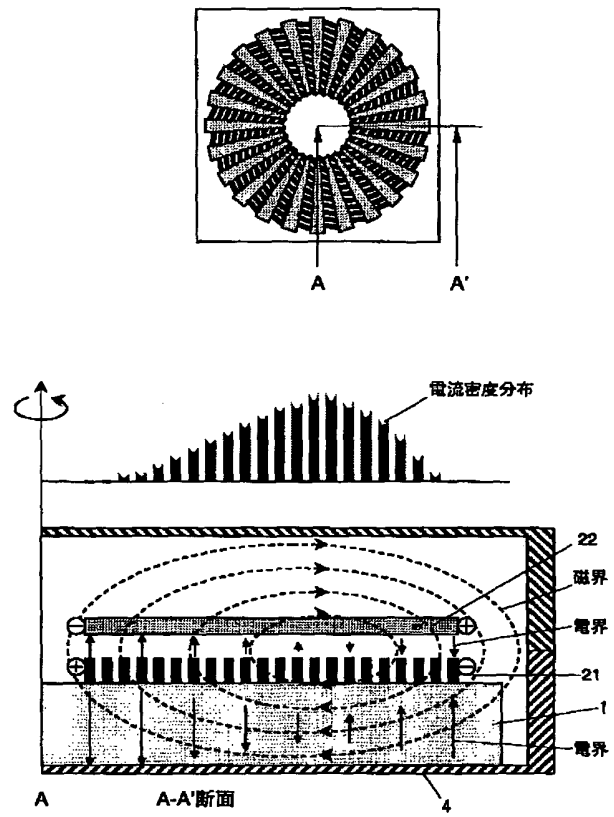
【図3】



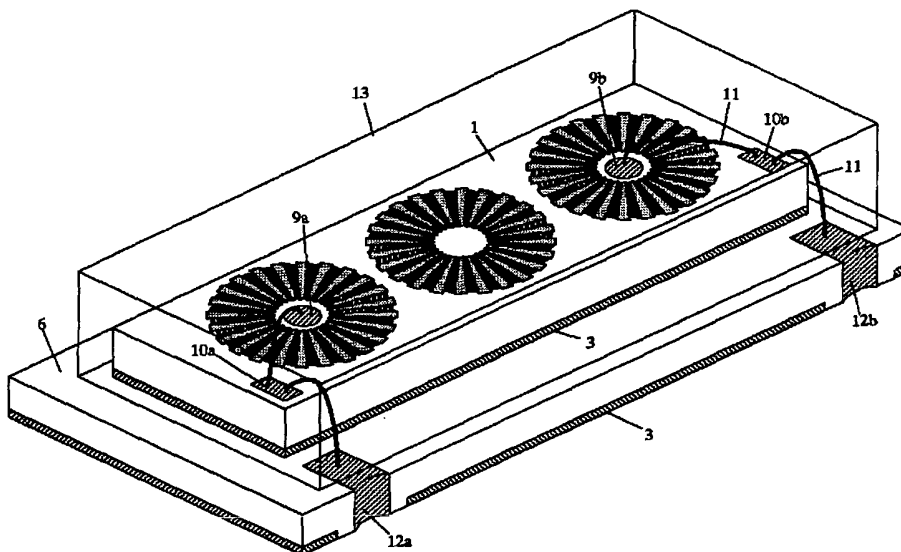
【図4】



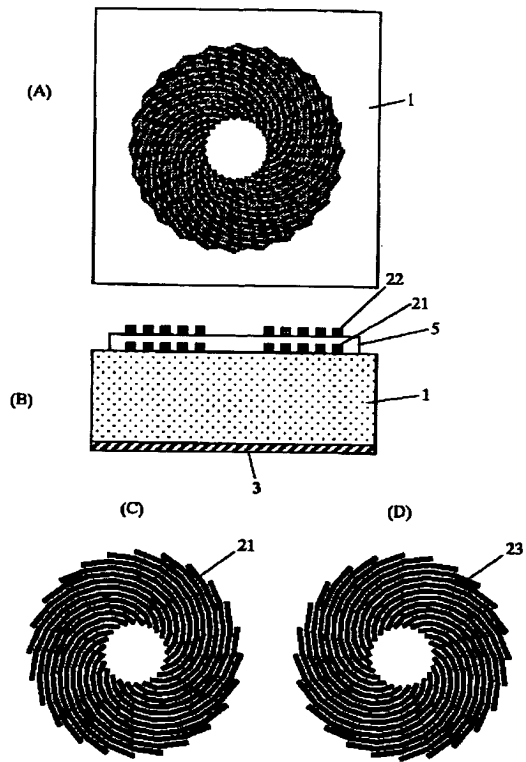
【図 6】



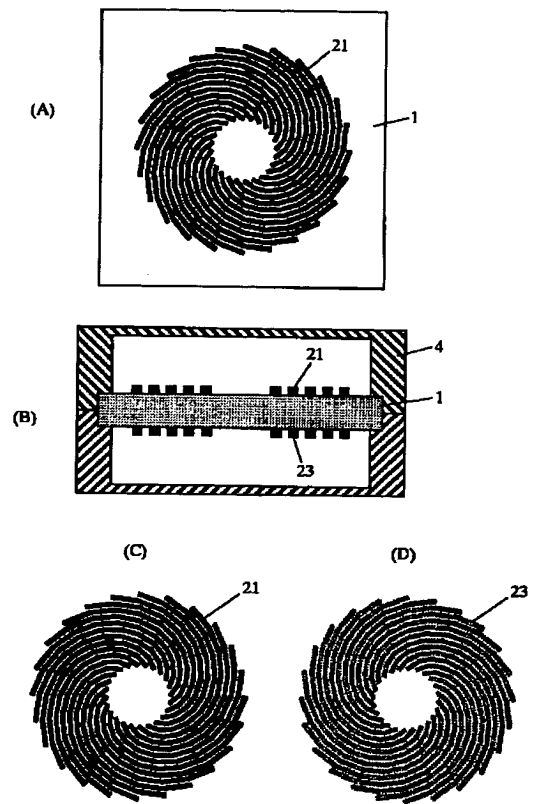
【図 14】



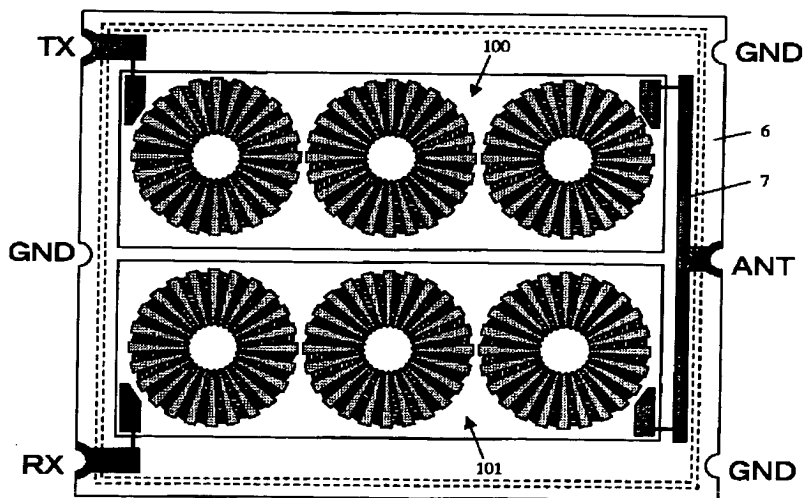
【図7】



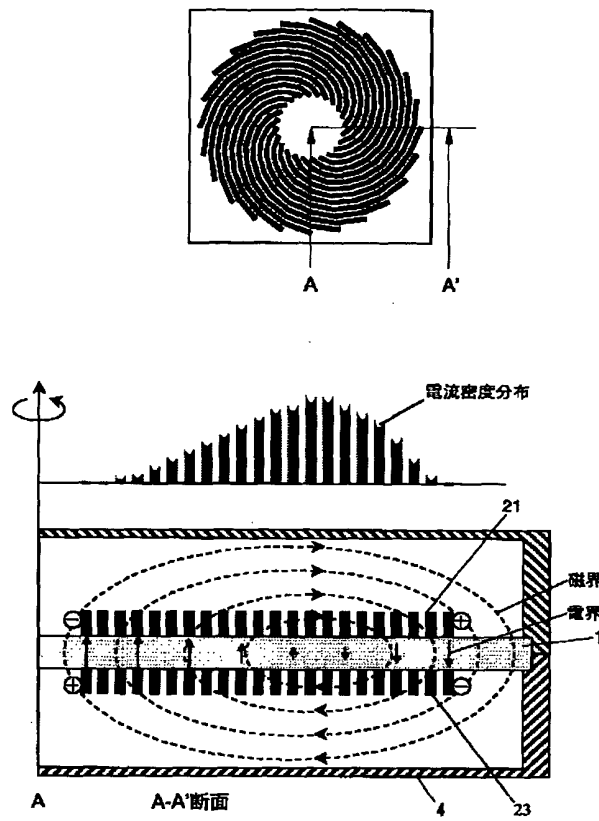
【図8】



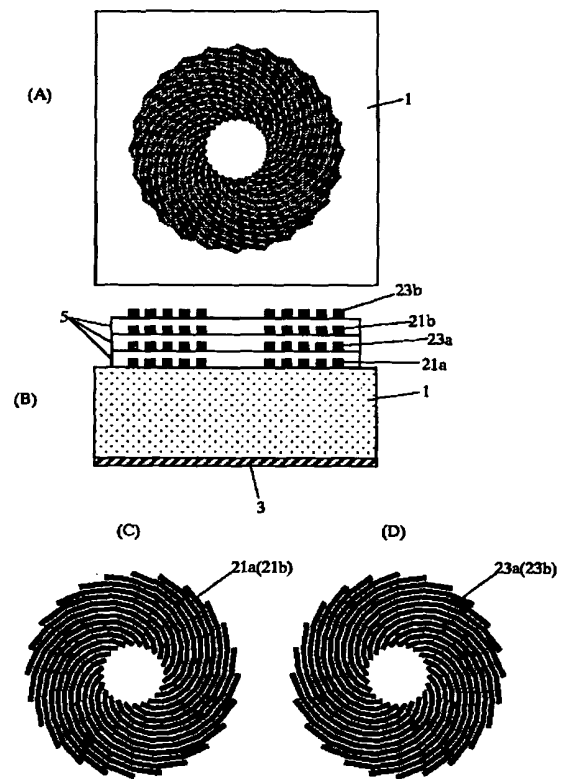
【図15】



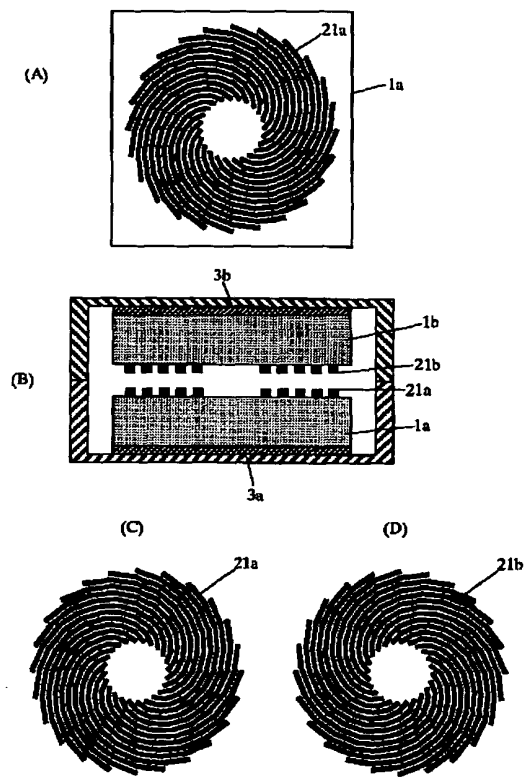
【図9】



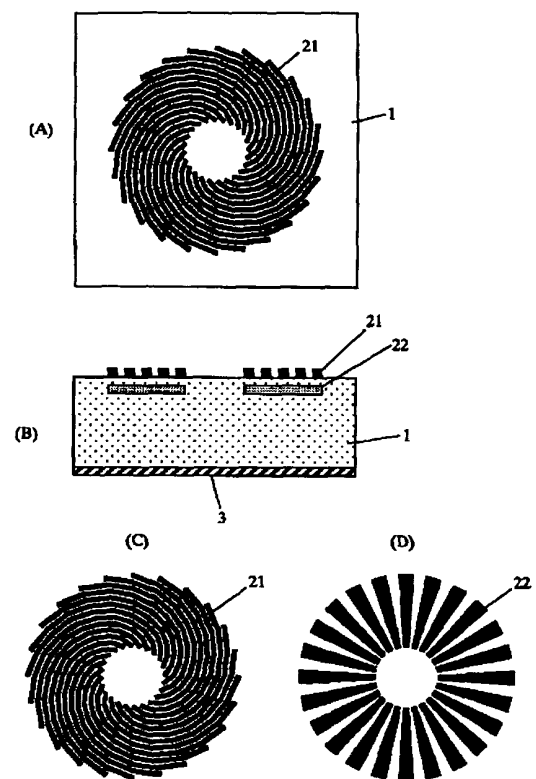
【図10】



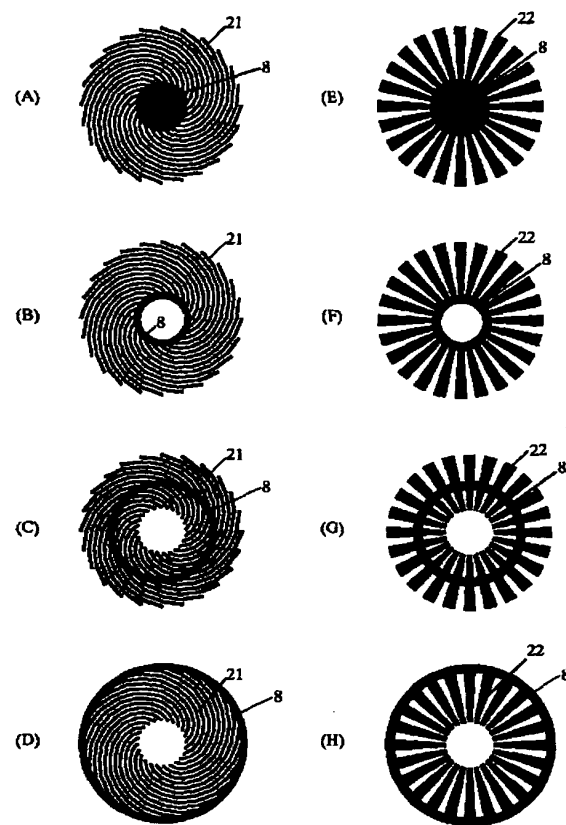
【図 1 1】



【図 1 2】



【図13】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤井 裕雄  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 阿部 眞  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J006 HB04 HB05 HB12 HB13 JA01  
JA31 LA02 LA21 NA04 NB07  
NC02